

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИНИЙ ПЕРЦА СЛАДКОГО ПО ОСНОВНЫМ КОМПОНЕНТАМ УРОЖАЙНОСТИ



COMBINING ABILITY OF SWEET PEPPER BREEDING LINES FOR THE MAIN COMPONENTS OF YIELD

Демидов Е.С. – доктор с.-х. наук, профессор,
зав. лабораторией иммунитета
Бронич О.П. – научный сотрудник
Шлёмка О.Н. – научный сотрудник
Кропивянская И.В. – аспирант

Demidov E.S., Bronich O.P.,
Shliomka O.N.,
Kropivnyanskaya I.V.

ГУ «Приднестровский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства» Приднестровье, г. Тирасполь, ул. Мира, 50
E-mail: pniish@yandex.ru

State Institution 'Transnistrian Institute of Agriculture'
PMR, Tiraspol, Mira St. 50
E-mail: pniish@yandex.ru

Summary

The important stage of breeding program for F_1 hybrids with high yield capacity is to estimate the combining ability of parental lines for productivity characteristics. The information on combining ability may predict the productivity traits to exhibit and helps produce heterotic hybrids and use the initial breeding accessions in sweet pepper. The combining ability of breeding accessions for yield traits was studied with the use of complete diallel crossing. The research was carried out at experimental plots of State Institution 'Transnistrian Institute of Agriculture' in 2015-2016. In 2015, seven fertile lines were crossed through complete diallel cross to study combining ability. In 2016 the parental lines and 42 hybrids F_1 forms produced from crossing were tested in open field condition. Analysis of General Combining Ability and Specific Combining Ability showed that none of all parental components had any essential expected effect for all tested traits of productivity. The line 134 showed the high effects of General Combining Ability as maternal and parental components for four traits, such as early and general yield, average weight and thickness of fruit pericarp. Out of 42 hybrid combinations studied, some accessions have been selected. They had the high effects of General Combining Ability with high constants of Specific Combining Ability for early yield – 4; general – 12; average fruit weight – 9; thickness of fruit pericarp – 4; dry matter content – 10; ascorbic acid – 13.

Ключевые слова: перец сладкий, линии, гибридные комбинации F_1 , гибридизация, диаллельная схема, комбинационная способность.

Keywords: sweet pepper, lines, hybrid combination F_1 , hybridization, diallel crossing scheme, combination ability.

Введение

Необходимость в различных методах изучения количественных признаков возникла ещё в начале XX века с зарождением селекции на гетерозис. Первые методы определения генетической изменчивости (вариансы) и типов генетических эффектов, важных в наследовании количественных признаков, были разработаны Р. Фишером (1918)

и С. Райтом (1921), но эти методы не получили широкого распространения. В конце 40-х – начале 50-х годов прошлого столетия американскими исследователями Sprague G.F. и Tatum L.A. (1942) была разработана концепция комбинационной способности, которая активно используется в селекции на гетерозис многих экономически значимых культур во всем мире [1].

Ранее Dawis R.L. (1927) предложил метод топкросса, сущность которого состоит в переопылении каждой инбредной линии с популяцией одного свободно опыляемого сорта. Разнообразие особей сортовой популяции и их гетерозиготность при этом обеспечивают большое разнообразие получаемых гибридов, что позволяет определить общую комбинационную способность данной линии, т.е. её способность передавать свои качества гибридам в различных комбинациях скрещивания. Используемый в качестве тестера сорт должен быть распространён в зоне будущего выращивания гибридов [2; 3].

Комбинационная способность – это способность родительских линий к образованию ценных гибридов при скрещиваниях. Различают общую и специфическую комбинационные способности. Под общей комбинационной способностью (ОКС) понимают среднюю ценность родительских форм в ряде гибридных комбинаций, под специфической (СКС) – случаи, когда конкретные комбинации оказываются относительно лучше или хуже, чем можно было ожидать на основе среднего качества изучаемых линий [4; 5; 6].

В практике используют несколько генетических систем для получения гибридов и изучения особенностей родительских форм, однако наиболее полную информацию как в отношении ОКС, так и СКС каждой проверяемой линии дают диаллельные скрещивания [7].

Важным этапом при селекции F_1 гибридов перца сладкого на высокую урожайность является изучение комбинационной способности родительских линий по продуктивности и возможности её прогнозирования по фенотипическому проявлению признака, а знание комбинационной способности линий позволяет целенаправленно подходить к созданию гетерозисных F_1 гибридов и использованию исходного материала в селекции.

Материалы и методы

Исследования проводили на опытном участке ГУ Приднестровский НИИ сельского хозяйства (Приднестровье, Слободзейский район, г. Тирасполь) в 2015-2016 годах. Для изучения комбинационной способности линейного материала в 2015 году была проведена гибридизация 7 фертильных линий перца сладкого по типу полной диаллельной схемы.

В 2016 году родительские формы и 42 гибридные комбинации F_1 , полученные от их скрещивания были изучены в полевых условиях. Схема посадки (90 + 50) x 10-15 см. Агротехника возделывания растений общепринятая.

Участок, на котором располагались гибридные питомники, представлен чернозёмами обыкновенными и характеризуется следующими показателями содержания питательных веществ (по данным анализа проведённого в почвенной лаборатории Института) в слое почвы 0-20 см: NO_3 – 22,4 мг/кг, P_2O_5 – 135,4 мг/кг, K_2O – 850,0 мг/кг сухой почвы, реакция водной вытяжки щелочная (рН – 9,3), содержание гумуса – 2,4%.

В почвенной лаборатории института среди изученных гибридных комбинаций перца сладкого проведена оценка химического состава плодов для выявления содержания сухого вещества (%), общих сахаров (%) и аскорбиновой кислоты (мг/100 г) согласно общепринятым методикам:

- содержание сухого вещества – термостатно-весовым методом;
- содержание сахаров – по Бертрану в модификации Бьерри;
- содержание аскорбиновой кислоты – титрованием 2,6 дихлорфенолиндифенолом.

Оценку общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности по показателям урожайности (ранняя и общая урожайность, средняя масса плода и толщина перикарпия, содержание

1. Средние значения (\bar{x}_i), оценка эффектов ОКС (\hat{g}_i) и констант СКС (\hat{s}_{ij}) линий перца сладкого по основным компонентам урожайности (открытый грунт, 2016 год)

Признак	Линия ♀	Линия ♂							\bar{x}_i	\hat{g}_i
		Л-13	Л-60	Л-70	Л-109	Л-134	Л-204	Л-224		
		\hat{s}_{ij}								
Ранняя урожайность, т/га	Л-13	–	1,4	-0,5	0,9	3,3	1,8	-2,7	6,8	0,3
	Л-60	2,3	–	1,1	-1,4	2,2	-1,7	1,8	6,5	0
	Л-70	-2,2	-2,5	–	1,9	-0,1	1,6	1,4	5,4	-1,1
	Л-109	-3,8	0,9	1,8	–	-3,4	2,4	2,3	8,9	2,4
	Л-134	5,9	3,7	-1,4	0,5	–	4,7	-5,3	7,9	1,4
	Л-204	0,4	2,4	-0,4	-0,7	-1,1	–	1,8	4,8	-1,7
	Л-224	1,5	-1,7	-0,2	-1,1	1,0	-0,5	–	5,5	-1,0
	\bar{x}_i	6,7	7,0	6,0	6,3	8,5	4,4	6,9		
	\hat{g}_i	0,2	0,5	-0,5	-0,2	2,0	-2,1	0,4		
Общая урожайность, т/га	Л-13	–	4,6	-14,5	-0,6	1,8	8,1	-3,9	29,7	-2,1
	Л-60	-6,1	–	1,0	3,8	7,4	-0,3	-2,6	30,7	-1,1
	Л-70	-9,2	-0,7	–	5,8	3,5	2,8	0,2	23,8	-8,0
	Л-109	0,1	-10,1	7,3	–	-7,7	-0,7	6,0	33,4	1,6
	Л-134	5,3	14,5	-6,1	-7,5	–	-2,9	1,8	33,3	1,5
	Л-204	11,9	-4,0	1,7	-6,7	-3,9	–	9,0	35,6	3,8
	Л-224	4,0	-1,2	12,6	-9,3	4,1	0,9	–	36,2	4,4
	\bar{x}_i	33,6	28,7	38,0	29,7	34,5	25,9	32,3		
	\hat{g}_i	1,8	-3,1	6,2	-2,1	2,7	-5,9	0,5		

2. Средние значения (\bar{x}_i), оценка эффектов ОКС (\hat{g}_i) и констант СКС (\hat{s}_{ij}) линий перца сладкого по основным компонентам урожайности (открытый грунт, 2016 год)

Признак	Линия ♀	Линия ♂							\bar{x}_i	\hat{g}_i
		Л-13	Л-60	Л-70	Л-109	Л-134	Л-204	Л-224		
		\hat{s}_{ij}								
Средняя масса плода, г	Л-13	–	2,1	-4,4	6,6	18,9	-1,8	-18,6	84,6	-7,2
	Л-60	-3,4	–	-7,1	9,9	6,6	1,9	-6,1	95,4	3,6
	Л-70	-10,3	-17,0	–	-4,8	4,2	9,3	13,1	91,9	0,1
	Л-109	9,0	-6,2	3,7	–	-9,0	2,6	7,1	92,9	1,1
	Л-134	13,6	8,9	-9,7	-9,6	–	1,8	3,1	104,6	12,8
	Л-204	-4,9	3,4	8,0	8,5	-10,8	–	9,1	83,3	-8,5
	Л-224	-1,6	10,4	4,3	-3,4	-1,8	-0,6	–	89,7	-2,1
	\bar{x}_i	91,0	89,4	93,6	96,1	104,6	75,6	92,0		
	\hat{g}_i	-0,8	-2,4	1,8	4,3	12,8	-16,2	0,2		
Толщина перикар- пия, мм	Л-13	–	0,2	-0,3	0,5	0,5	0,1	-0,9	5,2	-0,3
	Л-60	0,4	–	0,4	0,4	-0,2	-0,3	-0,4	5,8	0,3
	Л-70	0	-0,5	–	0	-0,2	-0,6	0,8	5,4	-0,1
	Л-109	0,5	0,1	-0,2	–	-0,5	0,2	0,1	5,7	0,2
	Л-134	-0,2	0,1	-0,3	-0,3	–	0,2	0	5,9	0,4
	Л-204	-0,6	0,2	0,1	0,2	0,1	–	-0,1	5,6	0,1
	Л-224	-0,3	0,3	0,2	-0,3	0	-0,1	–	5,3	-0,2
	\bar{x}_i	5,5	5,4	5,4	5,5	5,9	5,3	5,8		
	\hat{g}_i	0	-0,1	-0,1	0	0,4	-0,2	0,3		

сухого вещества и аскорбиновой кислоты) проводили с помощью Методических рекомендаций... (1980) [7] и по Griffing B. (1956) [8; 9] метод III, который предусматривает получение гибридов F_1 и их реципроков, а родительские формы из анализа исключаются, всего $n = p(p-1)$ комбинаций.

Результаты и их обсуждение

При изучении комбинационной способности следует отметить, что сочетание высоких и средних значений ОКС родительских линий и высоких значений СКС гибридных комбинаций как правило обеспечивает высокий эффект гетерозиса у гибридов по хозяйственно ценным признакам, а для создания синтетических популяций перспективным может быть использование линий с высокой (или средней) ОКС и низкой СКС.

Анализ ранней урожайности показал, что наиболее высокие эффекты ОКС в качестве материнской и отцовской формы имела Л-134 ($\hat{g}_i = 1,4$ и $2,0$ соответственно), а также Л-109 – в качестве материнской ($\hat{g}_i = 2,4$; при $x_i = 8,9$ т/га). Удачное сочетание высокой положительной ОКС родительских линий с константами СКС при прямых скрещиваниях отмечено у гибридов Л-109хЛ-204, Л-109хЛ-224 и Л-134хЛ-204, а при обратных – Л-224хЛ-134 (табл. 1).

Общая урожайность товарных плодов является важнейшим показателем, определяющим практическую значимость сорта или гибрида. Самые высокие эффекты ОКС в качестве материнских и отцовских компонентов отмечены у Л-134 ($\hat{g}_i = 1,5$ и $2,7$ соответственно); в качестве материнских – Л-109, Л-204 и Л-224 ($\hat{g}_i = 1,6$; $3,8$ и $4,4$; при $x_i = 33,4$; $35,6$ и $36,2$ т/га соответственно), отцовских – Л-13 и Л-70 ($\hat{g}_i = 1,8$ и $6,2$; при $x_i = 33,6$ и $38,0$ т/га соответственно). Сочетание высоких положительных эффектов ОКС родительских линий с высокими константами СКС при прямых скрещиваниях отмечено у гибридов Л-109хЛ-224, Л-134хЛ-224 и Л-204хЛ-224; при обратных – Л-224хЛ-13, Л-204хЛ-13, Л-134хЛ-13, Л-224хЛ-70, Л-204хЛ-70, Л-109хЛ-70, Л-224хЛ-134, Л-70хЛ-134 и Л-60хЛ-134.

Наиболее высокими эффектами ОКС по признаку «средняя масса плода» в качестве обоих родительских компонентов характеризовались Л-109 и Л-134; в качестве материнского – Л-60 ($\hat{g}_i = 3,6$; при $x_i = 95,4$ г); отцовского – Л-70 ($\hat{g}_i = 1,8$; при $x_i = 93,6$ г). Сочетанием высоких эффектов ОКС с константами СКС при прямых скрещиваниях характеризовались комбинации Л-60хЛ-109, Л-60хЛ-134, Л-60хЛ-204, Л-134хЛ-204 и Л-134хЛ-224; при обратных – Л-109хЛ-70, Л-204хЛ-70, Л-224хЛ-70 и Л-204хЛ-109 (табл. 2).

По признаку «толщина перикарпия» наиболее высокие эффекты ОКС в качестве материнской и отцовской формы имела Л-134 ($\hat{g}_i = 0,4$; при $x_i = 5,9$ мм), в качестве материнских – Л-60 и Л-109 ($\hat{g}_i = 0,3$ и $0,2$; при $x_i = 5,8$ и $5,7$ мм соответственно); отцовской – Л-224 ($\hat{g}_i = 0,3$; при $x_i = 5,8$ мм). Высоким сочетанием эффектов ОКС и констант СКС при прямых скрещиваниях характеризовались гибридные комбинации Л-60хЛ-70, Л-60хЛ-109 и Л-134хЛ-204; при обратных – Л-204хЛ-134.

Наиболее высокие эффекты ОКС по признаку «содержание сухого вещества» в качестве обоих родительских компонентов отмечены у Л-204; в качестве материнского – Л-13 ($\hat{g}_i = 0,3$; при $x_i = 9,0\%$), отцовских – Л-60 и Л-109 ($\hat{g}_i = 0,3$ и $0,6$; при $x_i = 9,0$ и $9,3\%$ соответственно). Сочетание высоких эффектов ОКС с константами СКС при прямых скрещиваниях отмечено у комбинаций Л-13хЛ-70, Л-13хЛ-134, Л-13хЛ-204, Л-13хЛ-224, Л-60хЛ-134 и Л-60хЛ-224; при обратных – Л-70хЛ-60, Л-109хЛ-60, Л-224хЛ-109 и Л-224хЛ-204 (табл. 3).

По содержанию аскорбиновой кислоты эффекты ОКС в качестве материнских и отцовских форм имели Л-13, Л-70 и Л-224, в качестве материнской – Л-60 ($\hat{g}_i = 1,3$; при $x_i = 226,0$ мг/100 г); отцовской – Л-109 ($\hat{g}_i = 1,9$; при $x_i = 226,6$ мг/100 г). Высоким сочетанием эффектов ОКС и констант СКС при прямых скрещиваниях характеризовались гибридные комбинации Л-13хЛ-134, Л-13хЛ-224, Л-60хЛ-109, Л-60хЛ-134, Л-60хЛ-224, Л-70хЛ-109 и Л-70хЛ-204; при обратных – Л-60хЛ-13, Л-60хЛ-224, Л-109хЛ-70, Л-134хЛ-70, Л-204хЛ-70 и Л-224хЛ-109.

3. Средние значения (\bar{x}_i), оценка эффектов ОКС (\hat{g}_i) и констант СКС (\hat{s}_{ij}) линий перца сладкого по основным компонентам урожайности (открытый грунт, 2016 год)

Признак	Линия ♀	Линия ♂							\bar{x}_i	\hat{g}_i
		Л-13	Л-60	Л-70	Л-109	Л-134	Л-204	Л-224		
		\hat{s}_{ij}								
Содержание сухих веществ, %	Л-13	–	-0,7	0,9	-2,0	0,7	0,4	0,5	9,0	0,3
	Л-60	-0,9	–	0	-0,4	0,5	0	0,9	8,8	0,1
	Л-70	-0,2	1,2	–	1,7	-2,5	-1,0	0,3	8,1	-0,6
	Л-109	0,3	1,0	0,5	–	-0,1	-0,5	-1,0	8,7	0
	Л-134	0,7	-0,3	-0,7	0,2	–	-0,3	-0,7	8,3	-0,4
	Л-204	-0,2	-0,9	0,1	-0,3	0,3	–	-16,9	9,4	0,7
	Л-224	0,4	-0,4	-1,3	0,9	0,1	0,9	–	8,7	0
	\bar{x}_i	7,7	9,0	8,8	9,3	8,4	9,3	8,6		
	\hat{g}_i	-1,0	0,3	0,1	0,6	-0,3	0,6	-0,1		
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	Л-13	–	-4,2	-11,2	-10,3	6,4	-24,8	10,0	225,4	0,7
	Л-60	5,1	–	-11,2	11,9	11,7	0,6	11,3	226,0	1,3
	Л-70	-21,0	23,9	–	10,5	-31,9	17,7	-18,9	231,1	6,4
	Л-109	-7,2	19,1	15,0	–	3,9	-5,7	-37,9	224,9	0,2
	Л-134	-23,5	21,4	9,9	-39,5	–	-7,9	17,6	218,2	-6,5
	Л-204	1,1	-17,0	7,0	0,5	1,8	–	-14,8	219,6	-5,1
	Л-224	11,8	-13,7	-29,6	14,2	-14,1	-1,5	–	228,1	3,4
	\bar{x}_i	226,0	217,5	227,5	226,6	225,3	220,1	230,1		
	\hat{g}_i	1,3	-7,2	2,8	1,9	0,6	-4,6	5,4		

Выводы

1. Анализ общей и специфической комбинационной способности показал, что ни один из родительских компонентов не обладал существенными эффектами ОКС и СКС для всех изученных признаков компонентов урожайности одновременно.

2. Линия 134 показала высокие эффекты ОКС по четырём признакам (ранняя и общая урожайность, средняя масса и толщина перикарпия плода) в качестве как материнского, так и отцовского компонента скрещивания.

3. Выделен ряд гибридных комбинаций сочетающих высокие положительные эффекты ОКС и константы СКС: по ранней урожайности – 4, общей – 12; по средней массе плода – 9, толщине перикарпия – 4; по содержанию сухого вещества – 10, аскорбиновой кислоты – 13 комбинаций F_1 .

4. Сочетанием высокой положительной ОКС и СКС как по ранней, так и по общей урожайности характеризовались две гибридные комбинации F_1 (Л-109хЛ-224 при прямых и Л-224хЛ-134 при обратных скрещиваниях).

5. Высокие положительные эффекты ОКС наравне с константами СКС по признакам «средняя масса плода» и «толщина перикарпия» обладала комбинация F_1 Л-60хЛ-109 при прямых скрещиваниях.

6. По содержанию сухого вещества и аскорбиновой кислоты в плодах сочетанием высокой ОКС и СКС при прямых скрещиваниях характеризовались четыре гибридные комбинации F_1 (Л-13хЛ-134, Л-13хЛ-224, Л-60хЛ-134 и Л-60хЛ-224) и при обратных – одна (Л-224хЛ-109).

7. Отмечено, что высокие показатели урожайности имели те гибридные комбинации, которые характеризуются удачным сочетанием высокой ОКС родительских линий с высокой СКС при скрещивании.

Литература

1. Кайгородова И.М. Создание исходного материала гороха овощного (*Pisum sativum* L.) разных групп спелости для селекции на пригодность к механизированной уборке. / Дисс. на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук. – М., 2014. – 166 с.
2. Бунин М.С., Монахов Г.Ф., Терехова В.И. Производство гибридных семян овощных культур: Учебное пособие. – М.: Изд-во «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», 2011. – 182 с.
3. Ибрагимбеков М.Г. Создание исходного материала лука репчатого для селекции длиннодневных полуострых сортов и гибридов. / Дисс. на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук. – М., 2015. – 109 с.
4. Савченко В.К. Многоцелевой метод количественной оценки комбинационной способности в селекции на гетерозис. // Генетика. – М., 1978. – № 5. – С. 793-804.
5. Смирнов А.В., Мартынов С.П., Кильчевский А.В. Биометрия в генетике и селекции растений. – М.: «Изд-во МСХА», 1992. – 269 с.
6. Пышная О.Н., Мамедов М.И., Пивоваров В.Ф. Селекция перца. – М.: «ВНИИССОК», 2012. – 248 с.
7. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. / Сост.: Вольф В.Г., Литун П.П., Хавелова А.В., Кузьменко Р.И. – Харьков, 1980. – 75 с.
8. Griffing B. 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity. – 1956a. 10(1):31-50.
9. Griffing B. 1956b. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Austr. J. Biol. Sci. 9(4):463-493.